

540, 657

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



23 JUN 2005



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
22. Juli 2004 (22.07.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2004/061274 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: F01L 1/34, F02D  
13/02, 41/06, F02N 17/00

André-Francisco [DE/DE]; Fasanenweg 9, 71032  
Boeblingen (DE). LAUBENDER, Jochen [DE/DE];  
Usedomstr. 34, 70439 Stuttgart (DE). SIEBER, Udo  
[DE/DE]; Meisenweg 7/1, 74321 Bietigheim (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/002090

(22) Internationales Anmeldedatum:  
24. Juni 2003 (24.06.2003)

(74) Gemeinsamer Vertreter: ROBERT BOSCH GMBH;  
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,  
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,  
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

(30) Angaben zur Priorität:  
102 60 748.6 23. Dezember 2002 (23.12.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02  
20, 70442 Stuttgart (DE).

Veröffentlicht:  
— mit internationalem Recherchenbericht

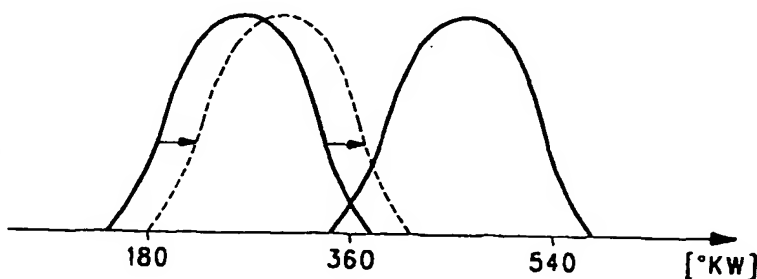
(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): CASAL KULZER,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-  
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-  
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der  
PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: METHOD FOR OPERATION OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER BRENNKRAFTMASCHINE



(57) Abstract: The invention relates to a method  
for operation of an internal combustion engine  
(1), comprising at least one controlled inlet valve  
(5) and at least one controlled exhaust valve (6),  
whereby the internal combustion engine (1) is  
directly started in a type of starting operation  
(100) and, after starting, operated in at least one  
further operating type (110). An exhaust start  
time for an exhaust valve (6) on the internal  
combustion engine as used during the starting  
operation type (100) is delayed with relation to

a standard exhaust time in order to improve the direct starting properties of the internal combustion engine (1). For a further improvement to the direct starting properties it is also possible to delay the closing time of an inlet valve (5) during the starting operation type (100) relative to a standard closing time.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine (1) mit mindestens einem steuerbaren Einlassventil (5) und mindestens einem steuerbaren Auslassventil (6), bei dem die Brennkraftmaschine (1) in einer Startbetriebsart (100) direkt gestartet wird und nach dem Start in mindestens einer weiteren Betriebsart (110) betrieben wird. Ein während der Startbetriebsart (100) verwendeter Startauslasszeitpunkt eines Auslassventils (6) der Brennkraftmaschine (1) wird zeitlich gegenüber einem Standardauslasszeitpunkt verzögert, um die Direktstarteigenschaften der Brennkraftmaschine (1) zu verbessern. Zusätzlich ist es für eine weitere Verbesserung der Direktstarteigenschaften möglich, einen während der Startbetriebsart (100) verwendeten Schließzeitpunkt eines Einlassventils (5) zeitlich gegenüber einem Standardschließzeitpunkt zu verzögern.

WO 2004/061274 A1

5

Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine

10

## Stand der Technik

15 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum  
Betreiben einer Brennkraftmaschine mit mindestens einem  
steuerbaren Einlassventil und mindestens einem steuerbaren  
Auslassventil, bei dem die Brennkraftmaschine in einer  
Startbetriebsart direkt gestartet wird und nach dem Start  
in mindestens einer weiteren Betriebsart betrieben wird.

20 Die vorliegende Erfindung betrifft ferner eine  
Brennkraftmaschine mit mindestens einem steuerbaren  
Einlassventil und mindestens einem steuerbaren  
Auslassventil, die in einer Startbetriebsart direkt  
gestartet wird und nach dem Start in mindestens einer  
25 weiteren Betriebsart betrieben wird.

Darüber hinaus betrifft die vorliegende Erfindung ein  
Steuergerät für eine gattungsgemäße Brennkraftmaschine  
sowie ein Computerprogramm für das Steuergerät.

30 Das Prinzip des Direktstarts bei Brennkraftmaschinen, d.h.  
das Starten der Brennkraftmaschine ohne elektrischen  
Starter oder dergleichen, ist bereits aus dem Stand der  
Technik bekannt.

Um einen sicheren Direktstart einer Brennkraftmaschine aus dem Stillstand zu ermöglichen, ist es erforderlich, Kraftstoff in einen Brennraum eines Zylinders der Brennkraftmaschine einzuspritzen, der sich gerade in einem Arbeitstakt befindet. Bei der anschließenden Zündung des eingespritzten Kraftstoffs steigt der Druck in dem Zylinder an und treibt einen Kolben des Zylinders an, der über eine Kurbelwelle Arbeit abgibt.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein gattungsgemäßes Betriebsverfahren sowie eine Brennkraftmaschine und ein Steuergerät hierfür derart weiterzuentwickeln, dass ein einfacher und sicherer Direktstart der Brennkraftmaschine gewährleistet ist.

Diese Aufgabe wird bei einem Betriebsverfahren der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass ein während der Startbetriebsart verwendeter Startauslasszeitpunkt des Auslassventils zum Ausstoßen von Abgasen der Brennkraftmaschine zeitlich gegenüber einem während der weiteren Betriebsart(en) verwendeten Standardauslasszeitpunkt verzögert wird und/oder dass ein während der Startbetriebsart verwendeter Schließzeitpunkt des Einlassventils zum Ansaugen von Frischgas zeitlich gegenüber einem während der weiteren Betriebsart(en) verwendeten Standardschließzeitpunkt verzögert wird.

Durch die erfindungsgemäße Verzögerung des Startauslasszeitpunkts gegenüber dem Standardauslasszeitpunkt ergibt sich eine bessere Umsetzung der während der ersten Verbrennung beim Direktstart der Brennkraftmaschine freigesetzten Brennenergie in mechanische Arbeit, die zum Starten der Brennkraftmaschine nutzbar ist. Auf diese Weise ist gewährleistet, dass ein größtmöglicher Anteil der Brennenergie zum Start der Brennkraftmaschine verwendet wird.

Ein weiterer positiver Effekt, der sich bei dem erfindungsgemäßen Betriebsverfahren einstellt, ist die Verminderung eines Kompressionsdrucks in einem Brennraum des jeweiligen Zylinders der Brennkraftmaschine. Diese  
5 Verminderung ergibt sich durch den geringeren Luftaufwand aufgrund der Verzögerung des Schließzeitpunkts des Einlassventils in der Startbetriebsart.

Die erfindungsgemäße Verzögerung des Startauslasszeitpunkts kann zusammen mit der Verzögerung des Schließzeitpunkts in  
10 der Startbetriebsart eingesetzt werden. Es ist auch möglich, entweder nur die Verzögerung des Startauslasszeitpunkts oder die Verzögerung des Schließzeitpunkts in der Startbetriebsart einzusetzen.

Bei Ventiltriebssystemen mit Nockenwelle(n) wird  
15 erfindungsgemäß vorgeschlagen, dass die Verzögerung durch Verstellen einer das Auslassventil steuernden Auslassnockenwelle und/oder einer das Einlassventil steuernden Einlassnockenwelle erfolgt. Insbesondere werden gemäß einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen  
20 Betriebsverfahrens Phasensteller zur Verstellung der Nockenwelle(n) eingesetzt. Dabei ist es auch denkbar, mit einem Phasensteller gleichzeitig eine Einlassnockenwelle und eine Auslassnockenwelle zu steuern.

Eine andere Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass  
!5 alternativ zu dem Phasensteller oder parallel dazu ein die Öffnungszeit des Einlassventils / Auslassventils beeinflussendes Ventiltriebssystem zur Verstellung der Einlassnockenwelle und/oder der Auslassnockenwelle verwendet wird.

0 Eine weitere, sehr vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass die Einlassnockenwelle und/oder die Auslassnockenwelle bereits bei einer Deaktivierung der

Brennkraftmaschine für einen nächsten Start in der Startbetriebsart verstellt werden. Damit entfällt die Notwendigkeit, die Nockenwelle(n) unmittelbar vor dem nächsten Start zu verstellen.

- 5 Gemäß einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Einlassventil und/oder das Auslassventil durch einnockenwellenfreies Ventiltriebssystem, d. h. beispielsweise elektromagnetisch oder hydraulisch, gesteuert. Die erfindungsgemäße
- 10 Verzögerung des Startauslasszeitpunkts und des Schließzeitpunkts ist hiermit ebenfalls möglich und kann i.a. sogar mit geringerem mechanischem Aufwand realisiert werden.

- Eine andere, sehr vorteilhafte Ausführungsform des
- 15 erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass ein Ventilhub des Einlassventils oder des Auslassventils variiert wird, wodurch die Direktstarteigenschaften der Brennkraftmaschine weiter verbessert werden können.

- Sehr vorteilhaft ist auch eine weitere Ausführungsform der
- 20 Erfindung, bei der die Verzögerung mit steigender Drehzahl der Brennkraftmaschine schrittweise verringert wird. Es ist auch möglich, die Verzögerung bei Überschreiten einer vorgebbaren Mindestdrehzahl der Brennkraftmaschine zu deaktivieren, d.h. ohne eine schrittweise Verringerung.

- 25 Als eine weitere Lösung der Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist bei einer gattungsgemäßen Brennkraftmaschine und bei einem gattungsgemäßen Steuergerät vorgeschlagen, dass ein während der Startbetriebsart verwendeter Startauslasszeitpunkt des Auslassventils zum Ausstoßen von
- 0 Abgasen der Brennkraftmaschine zeitlich gegenüber einem während der weiteren Betriebsart(en) verwendeten Standardauslasszeitpunkt verzögerbar ist und/oder dass ein

während der Startbetriebsart verwendeter Schließzeitpunkt des Einlassventils zum Ansaugen von Frischgas zeitlich gegenüber einem während der weiteren Betriebsart(en) verwendeten Standardschließzeitpunkt verzögerbar ist.

- 5 Als noch eine weitere Lösung der Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist ein Computerprogramm für ein gattungsgemäßes Steuergerät angegeben.

Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung  
10 von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in den Figuren der Zeichnung dargestellt sind. Dabei bilden alle beschriebenen oder dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den  
15 Patentansprüchen oder deren Rückbeziehung sowie unabhängig von ihrer Formulierung bzw. Darstellung in der Beschreibung bzw. in der Zeichnung.

Fig. 1-8 zeigen jeweils ein Ventil-Steuerdiagramm gemäß einer Ausführungsform der Erfindung,

- 20 Figur 9 zeigt ein Zustandsdiagramm einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens, und

Figur 10 zeigt schematisch eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschine.

In der Figur 10 ist eine Brennkraftmaschine 1 eines  
25 Kraftfahrzeugs dargestellt, bei der ein Kolben 2 in einem Zylinder 3 hin- und herbewegbar ist. Der Zylinder 3 ist mit einem Brennraum 4 versehen, der unter anderem durch den Kolben 2, ein steuerbares Einlassventil 5 und ein  
steuerbares Auslassventil 6 begrenzt ist. Die Steuerung des  
0 Einlassventils 5 und des Auslassventils 6 erfolgt über elektromagnetische Stellglieder, die nicht in Figur 10

dargestellt sind und ermöglicht eine flexible Verstellung von Ein- bzw. Auslasszeitpunkten. Mit dem Einlassventil 5 ist ein Ansaugrohr 7 und mit dem Auslassventil 6 ist ein Abgasrohr 8 gekoppelt.

- 5 Im Bereich des Einlassventils 5 und des Auslassventils 6 ragen ein Einspritzventil 9 und eine Zündkerze 10 in den Brennraum 4. Über das Einspritzventil 9 kann Kraftstoff in den Brennraum 4 eingespritzt werden. Mit der Zündkerze 10 kann der Kraftstoff in dem Brennraum 4 entzündet werden.
- 10 In dem Ansaugrohr 7 ist eine drehbare Drosselklappe 11 untergebracht, über die dem Ansaugrohr 7 Luft zuführbar ist. Die Menge der zugeführten Luft ist abhängig von der Winkelstellung der Drosselklappe 11. In dem Abgasrohr 8 ist ein Katalysator 12 untergebracht, der der Reinigung der
- 15 durch die Verbrennung des Kraftstoffs entstehenden Abgase dient.

- Das Einspritzventil 9 ist über eine Druckleitung mit einem Kraftstoffspeicher 13 verbunden. In entsprechender Weise sind auch die Einspritzventile der anderen Zylinder der
- 20 Brennkraftmaschine 1 mit dem Kraftstoffspeicher 13 verbunden. Der Kraftstoffspeicher 13 wird über eine Zuführleitung mit Kraftstoff versorgt. Hierzu ist eine Kraftstoffpumpe vorgesehen, die dazu geeignet ist, den erwünschten Druck in dem Kraftstoffspeicher 13 aufzubauen.
- 25 Weiterhin ist an dem Kraftstoffspeicher 13 ein Drucksensor 14 angeordnet, mit dem der Druck in dem Kraftstoffspeicher 13 messbar ist. Bei diesem Druck handelt es sich um denjenigen Druck, der auf den Kraftstoff ausgeübt wird, und mit dem deshalb der Kraftstoff über das Einspritzventil 9
- 30 in den Brennraum 3 der Brennkraftmaschine 1 eingespritzt wird.

Im Betrieb der Brennkraftmaschine 1 wird Kraftstoff in den

Kraftstoffspeicher 13 gefördert. Dieser Kraftstoff wird über die Einspritzventile 9 der einzelnen Zylinder 3 in die zugehörigen Brennräume 4 eingespritzt. Die eingespritzte Kraftstoffmenge hängt dabei im wesentlichen von der  
5 Einspritzzeit und von dem Kraftstoffdruck im Kraftstoffspeicher 13 ab.

Mit Hilfe der Zündkerzen 10 werden Verbrennungen in den Brennräumen 3 erzeugt, durch die die Kolben 2 in eine Hin- und Herbewegung versetzt werden. Diese Bewegungen werden  
10 auf eine nicht-dargestellte Kurbelwelle übertragen und üben auf diese ein Drehmoment aus.

Ein Steuergerät 15 ist von Eingangssignalen 16 beaufschlagt, die mittels Sensoren gemessene Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine 1 darstellen. Beispielsweise ist das  
15 Steuergerät 15 mit dem Drucksensor 14, einem Luftmassensensor, einem Drehzahlsensor und dergleichen verbunden. Des Weiteren ist das Steuergerät 15 mit einem Fahrpedalsensor verbunden, der ein Signal erzeugt, das die Stellung eines von einem Fahrer betätigbaren Fahrpedals und  
20 damit das angeforderte Drehmoment angibt. Das Steuergerät 15 erzeugt Ausgangssignale 17, mit denen über Aktoren bzw. Steller das Verhalten der Brennkraftmaschine 1 beeinflusst werden kann. Beispielsweise ist das Steuergerät 15 mit dem Einspritzventil 9, der Zündkerze 10 und dergleichen  
25 verbunden und erzeugt die zu deren Ansteuerung erforderlichen Signale.

Unter anderem ist das Steuergerät 15 dazu vorgesehen, die Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine 1 zu steuern und/oder zu regeln. Beispielsweise wird die von dem Einspritzventil  
30 9 in den Brennraum 4 eingespritzte Kraftstoffmasse von dem Steuergerät 15 insbesondere im Hinblick auf einen geringen Kraftstoffverbrauch und/oder eine geringe Schadstoffentwicklung gesteuert und/oder geregelt. Zu



diesem Zweck ist das Steuergerät 15 mit einem Mikroprozessor versehen, der in einem Speichermedium, insbesondere in einem Flash-Memory ein Computerprogramm abgespeichert hat, das dazu geeignet ist, die genannte  
5 Steuerung und/oder Regelung durchzuführen.

Das Steuergerät 15 steuert auch das Einlassventil 5 und das Auslassventil 6 bzw. deren elektromagnetische Stellglieder, um Frischgas in einem Ansaugzyklus des Zylinders 3 in den Brennraum 4 zu saugen bzw. um Abgas in einem Ausstoßtakt  
10 aus dem Brennraum 4 in das Abgasrohr 8 auszustoßen. Bei der vorliegenden Erfindung ist eine besondere Ansteuerung des Einlassventils 5 und des Auslassventils 6 vorgesehen, um die Brennkraftmaschine 1 (Fig. 10) direkt, d.h. ohne Antrieb durch einen elektrischen Starter oder dergleichen,  
15 zu starten.

Hierzu wird die Brennkraftmaschine 1, wie aus dem Zustandsdiagramm in Figur 9 ersichtlich, zum Start aus dem Stillstand 99 zunächst in eine Startbetriebsart 100 versetzt, aus der sie nach einer gewissen Zeit in die  
20 Leerlaufbetriebsart 110 übergeht. Der gestrichelt gezeichnete Pfeil 120 aus Figur 9 deutet zusammen mit den vier Punkten in der rechten Hälfte des Zustandsdiagramms an, dass die Brennkraftmaschine 1 (Fig. 10) nach Erreichen der Leerlaufbetriebsart 110 noch weitere Betriebsarten  
25 annehmen kann, bevor sie ggf. im Schritt 199 deaktiviert wird.

Der zeitliche Verlauf einer Ansteuerung des Einlassventils 5 und des Auslassventils 6 kann zur Veranschaulichung über dem Kurbelwinkel, angegeben in °KW, aufgetragen werden.  
30 Eine solche Darstellung wird auch als Ventil-Steuerdiagramm oder als Ventilhubkurve bezeichnet.

Figur 1 zeigt ein derartiges Ventil-Steuerdiagramm für eine

erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, bei dem der linke Teil der durchgezogenen Kurve, der sich zwischen etwa  $170^{\circ}\text{KW}$  und  $370^{\circ}\text{KW}$  erstreckt, dem Auslassventil 6 zugeordnet ist, während der rechte Teil der durchgezogenen Kurve, der sich zwischen etwa  $350^{\circ}\text{KW}$  und  $560^{\circ}\text{KW}$  erstreckt, dem Einlassventil 5 zugeordnet ist. Auch in den weiteren Ventil-Steuerdiagrammen der Figuren 2 bis 8 ist stets der linke Teil der Kurve des jeweiligen Ventil-Steuerdiagramms dem Auslassventil 6 und der rechte Teil der Kurve dem Einlassventil 5 zugeordnet. Dies entspricht einem Teil eines regulären Arbeitszyklus der Brennkraftmaschine 1 (Fig. 10), in dem nach einer Verbrennung (nicht gezeigt) eines Luft-Kraftstoff-Gemisches im Brennraum 4 des Zylinders 3 (Fig. 10) das Abgas durch das Auslassventil 6 ausgestoßen und anschließend Frischgas durch das Einlassventil 5 hindurch angesaugt wird.

Die durchgezogene Kurve in Figur 1 stellt eine herkömmliche Ansteuerung des Auslassventils 6 und des Einlassventils 5 dar, wie sie beispielsweise in der Leerlaufbetriebsart 110 (Fig. 9) erfolgt.

Im Unterschied zu der herkömmlichen Ansteuerung sieht die vorliegende Erfindung in der ersten Ausführungsform gemäß Figur 1 vor, den Auslasszeitpunkt zu verzögern. Dies ist durch die in Figur 1 gestrichelt gezeichnete Kurve symbolisiert, die eine erfindungsgemäße Ansteuerung des Auslassventils 6 darstellt und um etwa  $20^{\circ}\text{KW}$  bis  $30^{\circ}\text{KW}$  gegenüber der herkömmlichen Ansteuerung verschoben, d.h. verzögert ist. Die erfindungsgemäße Verzögerung ist zusätzlich durch die beiden in Figur 1 abgebildeten Pfeile verdeutlicht.

Bei den oben angegebenen Werten des Kurbelwellenwinkels für die erfindungsgemäße Verzögerung handelt es sich um beispielhafte Werte, die je nach Brennkraftmaschine,

Umweltbedingungen und dergleichen stark variieren können. Dies gilt ohne Beschränkung der Allgemeinheit auch für alle weiteren genannten oder abgebildeten Kurbelwellenwinkelwerte.

- 5 Durch diese erfindungsgemäße Verzögerung ergibt sich eine bessere Umsetzung der während einer ersten Verbrennung beim Direktstart der Brennkraftmaschine 1 freigesetzten Brennenergie in mechanische Arbeit, die zum Starten der Brennkraftmaschine 1 nutzbar ist.
- 10 Ein ähnlicher Effekt kann gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung auch durch eine Verkürzung der Auslassphase erzielt werden. Hierbei wird das Auslassventil 6 (Fig. 10) z.B. gegenüber der
- 15 Leerlaufbetriebsart 110 (Fig. 9) für einen kürzeren Zeitraum geöffnet. Die für die verkürzte Auslassphase erforderliche Ansteuerung ist der gestrichelten Kurve aus Figur 2 zu entnehmen, in der die zur herkömmlichen Ansteuerung gehörigen Kurven wiederum durchgezogen eingezeichnet sind. Im Gegensatz zur vorherigen
- 20 Ausführungsform der Erfindung trifft hierbei das Ende der erfindungsgemäß verkürzten Auslassphase zeitlich mit dem Ende der herkömmlichen Auslassphase zusammen. Diese Verfahrensvariante ist auch bei Brennkraftmaschinen anwendbar, die allein eine Variation der Öffnungsdauer der
- 25 Ein-/Auslassventile 5, 6 erlauben.

Eine weitere Verfahrensvariante, bei der ein Schließzeitpunkt des Einlassventils 5 gegenüber dem beispielsweise in der Leerlaufbetriebsart 110 verwendeten Standardschließzeitpunkt verzögert wird, ist in Figur 3

0 dargestellt. Die erfindungsgemäße Verzögerung des Schließzeitpunkts ergibt sich durch eine mit in Figur 3 nach rechts deutenden Pfeilen symbolisierte Verschiebung der Ansteuerung des Einlassventils 5, die wiederum

gestrichelt eingezeichnet ist.

Durch die erfindungsgemäße Verschiebung des Schließzeitpunkts des Einlassventils 5 ergibt sich eine Verringerung des im Brennraum 4 herrschenden Kompressionsdrucks der Brennkraftmaschine 1, so dass auch hierdurch ein sicherer Direktstart der Brennkraftmaschine 1 begünstigt wird.

Eine weitere erfindungsgemäße Verfahrensvariante, bei der sich eine Verzögerung des Schließzeitpunkts des Einlassventils 5 ergibt, ist in Figur 4 gezeigt und ist durch eine gegenüber z.B. der Leerlaufbetriebsart 110 verlängerte Öffnungsdauer des Einlassventils 5 gekennzeichnet. Diese Verfahrensvariante ist wiederum auch bei Brennkraftmaschinen anwendbar, die allein eine Variation der Öffnungsdauer der Ein-/Auslassventile 5, 6 erlauben, jedoch keine Verstellung einer Phase der Ansteuerung der Ein-/Auslassventile 5, 6.

In Figur 5 ist eine weitere vorteilhafte Verfahrensvariante dargestellt, bei der sowohl die Ansteuerung des Auslassventils 6 als auch die Ansteuerung des Einlassventils 5 gegenüber z.B. der Leerlaufbetriebsart 110 zeitlich verzögert ist.

Derselbe Effekt ergibt sich auch bei den Varianten der Erfindung gemäß den Figuren 6 bis 8, die jeweils eine andere Kombination der vorstehend erläuterten Verfahrensvarianten darstellen.

Hierbei zeigt das Ventil-Steuerdiagramm aus Figur 6 eine Kombination der Verfahrensvarianten aus den Figuren 2 und 4, d. h., bei der Ansteuerung gemäß des Ventil-Steuerdiagramms aus Figur 6 wird das Auslassventil 6 (Figur 10) z. B. gegenüber der Leerlaufbetriebsart 110 (Figur 9) für einen kürzeren Zeitraum geöffnet und gleichzeitig wird

die Öffnungsdauer des Einlassventils 5 gegenüber z. B. der Leerlaufbetriebsart 110 verlängert.

Die in Figur 7 gezeigte Variante ist dadurch gekennzeichnet, dass die Ansteuerung des Auslassventils 6  
5 um etwa 20° KW bis 30° KW gegenüber der herkömmlichen Ansteuerung verschoben, d. h. verzögert, und dass gleichzeitig die Öffnungsdauer des Einlassventils 5 gegenüber der Leerlaufbetriebsart 110 verlängert ist.

Das Ventil-Steuerdiagramm in Figur 8 zeigt noch eine  
10 weitere Ausführungsform der Erfindung, bei der die Auslassphase verkürzt ist, und bei der gleichzeitig der Schließzeitpunkt des Einlassventils gegenüber der Leerlaufbetriebsart 110 dadurch verzögert wird, dass die Ansteuerung des Einlassventils 5 gegenüber der  
15 herkömmlichen Ansteuerung verschoben wird.

Auch durch die drei letztgenannten Varianten der Ventilansteuerung gemäß den Figuren 6 bis 8 ergibt sich eine Begünstigung des sicheren Direktstarts der Brennkraftmaschine 1.

20 Ganz allgemein ist die erfindungsgemäße Verzögerung des Startauslasszeitpunkts und/oder des während der Startbetriebsart 100 verwendeten Schließzeitpunkts bei allen Brennkraftmaschinen mitnockenwellenfreien Ventiltrieben realisierbar.

25 Darüber hinaus ist die erfindungsgemäße Verzögerung auch bei nockenwellenbasierten Ventiltriebssystemen erreichbar, beispielsweise durch den Einsatz von Phasenstellern, die jeweils eine Einlassnockenwelle bzw. eine Auslassnockenwelle verstellen können.

0 Eine andere Ausführungsform der Erfindung erfordert nur einen Phasensteller, der gleichzeitig die

Einlassnockenwelle und die Auslassnockenwelle verstellt. Eine sich hierbei ergebende Ventilhubkurve ist beispielsweise in der Figur 5 dargestellt.

Bei einer anderen Ausführungsform der Erfindung, die auf einer Verstellung der Nockenwelle(n) basiert, wird die Einlassnockenwelle und/oder die Auslassnockenwelle bereits bei einer Deaktivierung 199, vgl. Fig. 9, der Brennkraftmaschine 1 für einen nächsten Start der Brennkraftmaschine 1 in der Startbetriebsart 100 verstellt, so dass die zur erfindungsgemäßen Verzögerung des Startauslasszeitpunkts und/oder des während der Startbetriebsart 100 verwendeten Schließzeitpunkts des Einlassventils 5 erforderliche Verstellung der Nockenwelle(n) nicht erst bei dem nächsten Start der Brennkraftmaschine 1 bewirkt werden muss.

Je nach den zur Erzielung der erfindungsgemäßen Verzögerung eingesetzten Mitteln ist eine sich mit wachsender Drehzahl der Brennkraftmaschine 1 vermindernde Verzögerung einstellbar oder eine abrupte Deaktivierung der Verzögerung nach dem Überschreiten einer vorgebbaren Minstdrehzahl der Brennkraftmaschine 1.

Eine Kombination von gleichen oder verschiedenen Phasenstellern, beispielsweise eine Hintereinanderschaltung eines aus dem Stand der Technik bekannten Flügelzellenphasenstellers mit einem ebenfalls bekannten Kettenversteller, ist auch denkbar zur Verwirklichung des für das jeweilige System erforderlichen Verstellbereiches.

Darüber hinaus ist bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung die Kombination eines oder mehrerer der vorstehend genannten Verfahren mit einer Variation des Ventilhubes des Einlassventils 5 und/oder des Auslassventils 6 vorgesehen, wodurch sich noch eine weitere Verbesserung

der Direktstarteigenschaften der Brennkraftmaschine 1 ergibt.

Obwohl das erfindungsgemäße Verfahren sich besonders gut zum Einsatz bei Brennkraftmaschinen mit Direkteinspritzung eignet, ist es auch denkbar, die erfindungsgemäße Ventilansteuerung auch bei Brennkraftmaschinen mit anderen Einspritzsystemen anzuwenden.

5

## Ansprüche

10

1. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine (1) mit mindestens einem steuerbaren Einlassventil (5) und mindestens einem steuerbaren Auslassventil (6), bei dem die Brennkraftmaschine (1) in einer Startbetriebsart (100) direkt gestartet wird und nach dem Start in mindestens einer weiteren Betriebsart (110) betrieben wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein während der Startbetriebsart (100) verwendeter Startauslasszeitpunkt des Auslassventils (6) zum Ausstoßen von Abgasen der Brennkraftmaschine (1) zeitlich gegenüber einem während der weiteren Betriebsart(en) (110) verwendeten Standardauslasszeitpunkt verzögert wird und/oder dass ein während der Startbetriebsart (100) verwendeter Schließzeitpunkt des Einlassventils (5) zum Ansaugen von Frischgas zeitlich gegenüber einem während der weiteren Betriebsart(en) (110) verwendeten Standardschließzeitpunkt verzögert wird.

20

25

30

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Verzögerung durch Verstellen einer das Auslassventil (6) steuernden Auslassnockenwelle und/oder einer das Einlassventil (5) steuernden Einlassnockenwelle erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass je ein Phasensteller zur Verstellung der



Einlassnockenwelle bzw. der Auslassnockenwelle verwendet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Phasensteller zur gleichzeitigen Verstellung der  
5 Einlassnockenwelle und der Auslassnockenwelle verwendet wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass ein die Öffnungszeit des  
10 Einlassventils (5) / Auslassventils (6) beeinflussendes Ventiltriebsystem zur Verstellung der Einlassnockenwelle und/oder der Auslassnockenwelle verwendet wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Einlassnockenwelle und/oder die  
15 Auslassnockenwelle bereits bei einer Deaktivierung (199) der Brennkraftmaschine (1) für einen nächsten Start in der Startbetriebsart (100) verstellt werden.
7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Einlassventil (5) und/oder das Auslassventil (6)  
20 durch einnockenwellenfreies Ventiltriebsystem gesteuert werden.
8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Ventilhub des  
Einlassventils (5) oder des Auslassventils (6) variiert wird.
- 25 9. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Verzögerung mit steigender Drehzahl der Brennkraftmaschine (1) schrittweise verringert wird.
10. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,  
30 dadurch gekennzeichnet, dass die Verzögerung bei

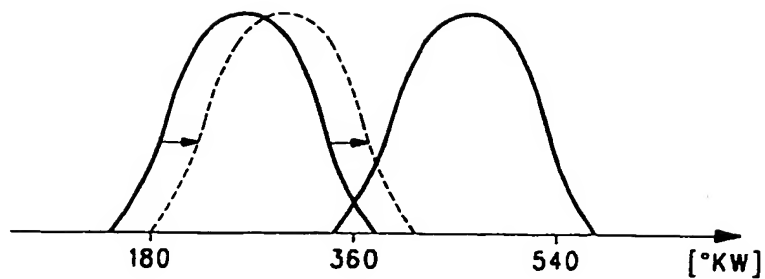
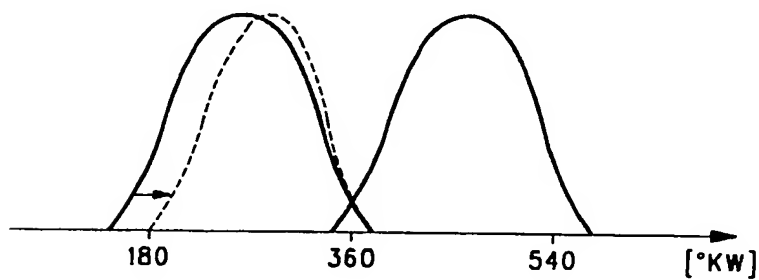
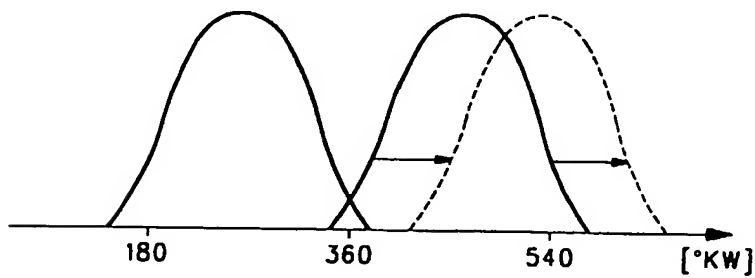
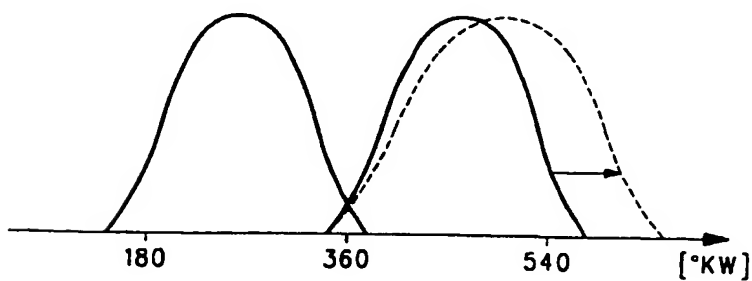
Überschreiten einer vorgebbaren Minstdrehzahl der Brennkraftmaschine (1) deaktiviert wird.

11. Brennkraftmaschine (1) mit mindestens einem steuerbaren Einlassventil (5) und mindestens einem steuerbaren Auslassventil (6), die in einer Startbetriebsart (100) direkt gestartet wird und nach dem Start in mindestens einer weiteren Betriebsart (110) betrieben wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein während der Startbetriebsart (100) verwendeter Startauslasszeitpunkt des Auslassventils (6) zum Ausstoßen von Abgasen der Brennkraftmaschine (1) zeitlich gegenüber einem während der weiteren Betriebsart(en) (110) verwendeten Standardauslasszeitpunkt verzögerbar ist und/oder dass ein während der Startbetriebsart (100) verwendeter Schließzeitpunkt des Einlassventils (5) zum Ansaugen von Frischgas zeitlich gegenüber einem während der weiteren Betriebsart(en) (110) verwendeten Standardschließzeitpunkt verzögerbar ist.
12. Steuergerät (15) für eine Brennkraftmaschine (1) mit mindestens einem steuerbaren Einlassventil (5) und mindestens einem steuerbaren Auslassventil (6), die in einer Startbetriebsart (100) direkt gestartet wird und nach dem Start in mindestens einer weiteren Betriebsart (110) betrieben wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein während der Startbetriebsart (100) verwendeter Startauslasszeitpunkt des Auslassventils (6) zum Ausstoßen von Abgasen der Brennkraftmaschine (1) zeitlich gegenüber einem während der weiteren Betriebsart(en) (110) verwendeten Standardauslasszeitpunkt verzögerbar ist und/oder dass ein während der Startbetriebsart (100) verwendeter Schließzeitpunkt des Einlassventils (5) zum Ansaugen von Frischgas zeitlich gegenüber einem während der weiteren Betriebsart(en) (110) verwendeten Standardschließzeitpunkt verzögerbar ist.

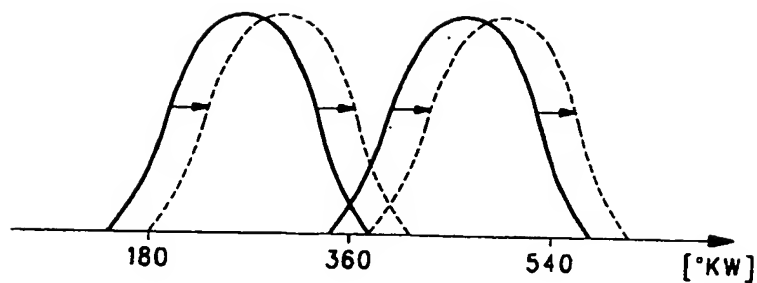
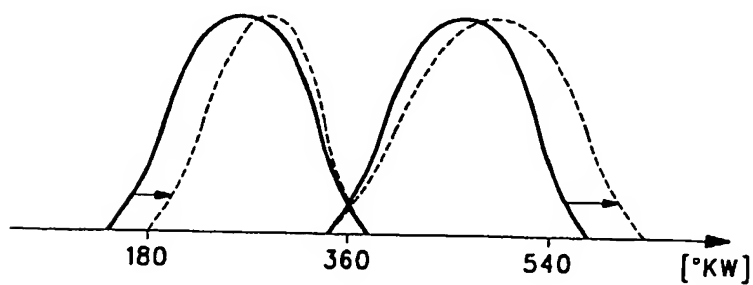
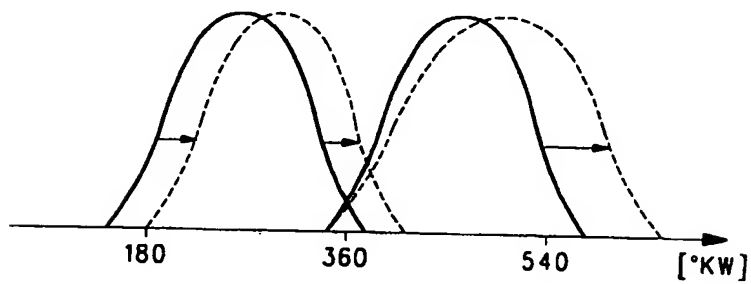
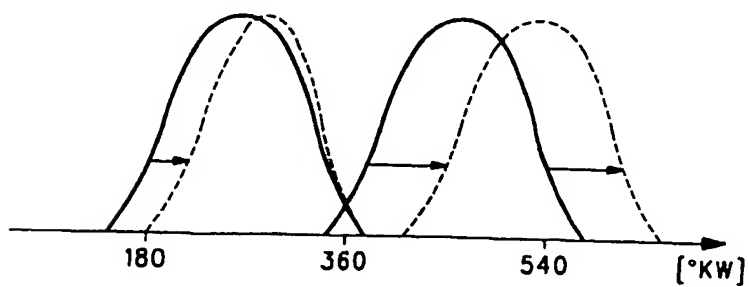
13. Computerprogramm für ein Steuergerät (15) einer Brennkraftmaschine (1) mit mindestens einem steuerbaren Einlassventil (5) und mindestens einem steuerbaren Auslassventil (6), die in einer Startbetriebsart (100) direkt gestartet wird und nach dem Start in mindestens einer weiteren Betriebsart (110) betrieben wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein während der Startbetriebsart (100) verwendeter Startauslasszeitpunkt des Auslassventils (6) zum Ausstoßen von Abgasen der Brennkraftmaschine (1) zeitlich gegenüber einem während der weiteren Betriebsart(en) (110) verwendeten Standardauslasszeitpunkt verzögerbar ist und/oder dass ein während der Startbetriebsart (100) verwendeter Schließzeitpunkt des Einlassventils (5) zum Ansaugen von Frischgas zeitlich gegenüber einem während der weiteren Betriebsart(en) (110) verwendeten Standardschließzeitpunkt verzögerbar ist.

14. Computerprogramm nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Computerprogramm auf einem elektrischen Speichermedium, insbesondere auf einem Flash-Memory oder einem Read-Only-Memory abgespeichert ist.

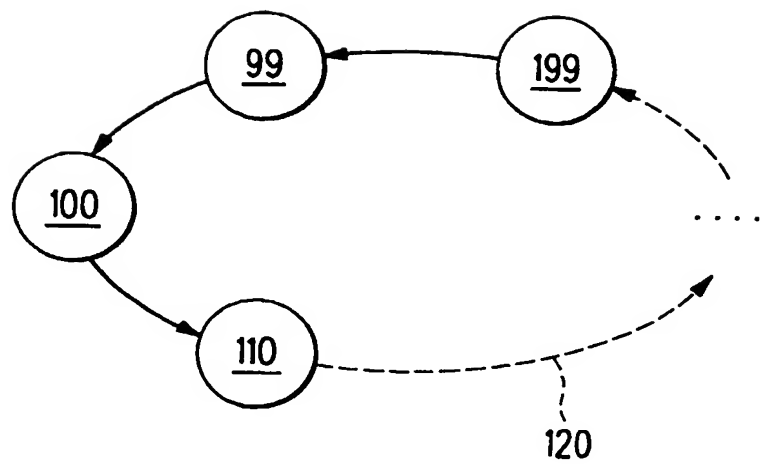
1 / 4

*Fig. 1**Fig. 2**Fig. 3**Fig. 4*

2 / 4

*Fig. 5**Fig. 6**Fig. 7**Fig. 8*

3 / 4

*Fig. 9*

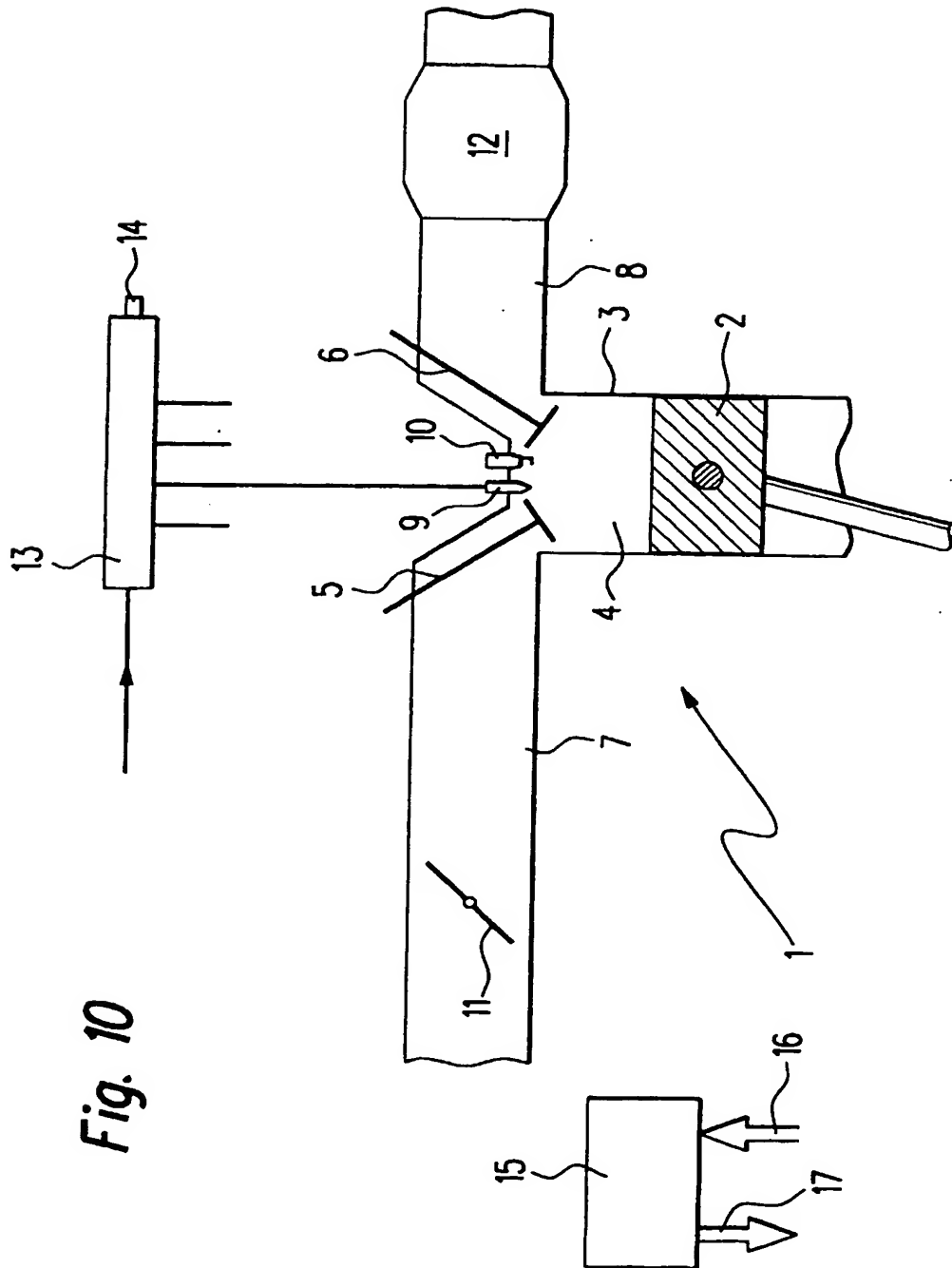


Fig. 10

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/D/03/02090

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F01L1/34 F02D13/02 F02D41/06 F02N17/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F01L F02D F02N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 101 11 928 A (BOSCH GMBH ROBERT) 2 October 2002 (2002-10-02) paragraphs '0050!', '0051!'; claims 1-14; figure 2	1,2,4,5, 7,11-14
X	DE 100 20 325 A (BOSCH GMBH ROBERT) 8 November 2001 (2001-11-08) the whole document	1,3,7, 11,12
Y	DE 100 20 104 A (BOSCH GMBH ROBERT) 31 October 2001 (2001-10-31) claims 1-19	1-3,5,7, 11-13
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \* & \* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 October 2003

Date of mailing of the international search report

31/10/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Clot, P



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/D/2003/02090

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	GB 2 367 859 A (LOTUS CAR) 17 April 2002 (2002-04-17) page 28, line 2 -page 28, line 29 page 30, line 6 -page 31, line 3; figure 6B page 34, line 16 -page 34, line 27; figure 7A ---	1,2, 11-13
Y	DE 199 55 857 A (BOSCH GMBH ROBERT) 7 June 2001 (2001-06-07) claim 1; figures 1-3 ---	6,7
Y	US 6 397 803 B1 (TAKAHASHI TATSUHIKO ET AL) 4 June 2002 (2002-06-04) column 20, line 38 -column 20, line 54; claim 1; figures 7,8 column 5, line 14 -column 5, line 18; figure 9 ---	3,5-7
A	EP 1 217 176 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 26 June 2002 (2002-06-26) figure 2 ---	3,8
A	DE 199 03 594 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 12 August 1999 (1999-08-12) column 15, line 21 -column 15, line 31; figure 1 -----	3-5,8

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/D/03/02090

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10111928	A	02-10-2002	DE 10111928 A1	02-10-2002
			FR 2822196 A1	20-09-2002
			JP 2002317740 A	31-10-2002
			US 2002166531 A1	14-11-2002
DE 10020325	A	08-11-2001	DE 10020325 A1	08-11-2001
			AU 3915801 A	07-11-2001
			WO 0181759 A1	01-11-2001
			EP 1301705 A1	16-04-2003
			US 2003101956 A1	05-06-2003
DE 10020104	A	31-10-2001	DE 10020104 A1	31-10-2001
			WO 0181760 A1	01-11-2001
			EP 1301706 A1	16-04-2003
			US 2002157630 A1	31-10-2002
GB 2367859	A	17-04-2002	NONE	
DE 19955857	A	07-06-2001	DE 19955857 A1	07-06-2001
			WO 0138726 A1	31-05-2001
			EP 1151194 A1	07-11-2001
			JP 2003515052 T	22-04-2003
			US 6588397 B1	08-07-2003
US 6397803	B1	04-06-2002	JP 2002250240 A	06-09-2002
			DE 10147670 A1	19-09-2002
EP 1217176	A	26-06-2002	WO 0204789 A1	17-01-2002
			EP 1217176 A1	26-06-2002
			US 6591799 B1	15-07-2003
DE 19903594	A	12-08-1999	JP 11218014 A	10-08-1999
			DE 19903594 A1	12-08-1999
			US 6170448 B1	09-01-2001

PCT/D 3/02090

IPK 7 F01L1/34 F02D13/02 F02D41/06 F02N17/00

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 F01L F02D F02N

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (Juli 1992)

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/3/02090

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	GB 2 367 859 A (LOTUS CAR) 17. April 2002 (2002-04-17) Seite 28, Zeile 2 -Seite 28, Zeile 29 Seite 30, Zeile 6 -Seite 31, Zeile 3; Abbildung 6B Seite 34, Zeile 16 -Seite 34, Zeile 27; Abbildung 7A ---	1,2, 11-13
Y	DE 199 55 857 A (BOSCH GMBH ROBERT) 7. Juni 2001 (2001-06-07) Anspruch 1; Abbildungen 1-3 ---	6,7
Y	US 6 397 803 B1 (TAKAHASHI TATSUHIKO ET AL) 4. Juni 2002 (2002-06-04) Spalte 20, Zeile 38 -Spalte 20, Zeile 54; Anspruch 1; Abbildungen 7,8 Spalte 5, Zeile 14 -Spalte 5, Zeile 18; Abbildung 9 ---	3,5-7
A	EP 1 217 176 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 26. Juni 2002 (2002-06-26) Abbildung 2 ---	3,8
A	DE 199 03 594 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 12. August 1999 (1999-08-12) Spalte 15, Zeile 21 -Spalte 15, Zeile 31; Abbildung 1 -----	3-5,8

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die derselben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/D/02090

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10111928 A	02-10-2002	DE 10111928 A1	02-10-2002
		FR 2822196 A1	20-09-2002
		JP 2002317740 A	31-10-2002
		US 2002166531 A1	14-11-2002
DE 10020325 A	08-11-2001	DE 10020325 A1	08-11-2001
		AU 3915801 A	07-11-2001
		WO 0181759 A1	01-11-2001
		EP 1301705 A1	16-04-2003
		US 2003101956 A1	05-06-2003
DE 10020104 A	31-10-2001	DE 10020104 A1	31-10-2001
		WO 0181760 A1	01-11-2001
		EP 1301706 A1	16-04-2003
		US 2002157630 A1	31-10-2002
GB 2367859 A	17-04-2002	KEINE	
DE 19955857 A	07-06-2001	DE 19955857 A1	07-06-2001
		WO 0138726 A1	31-05-2001
		EP 1151194 A1	07-11-2001
		JP 2003515052 T	22-04-2003
		US 6588397 B1	08-07-2003
US 6397803 B1	04-06-2002	JP 2002250240 A	06-09-2002
		DE 10147670 A1	19-09-2002
EP 1217176 A	26-06-2002	WO 0204789 A1	17-01-2002
		EP 1217176 A1	26-06-2002
		US 6591799 B1	15-07-2003
DE 19903594 A	12-08-1999	JP 11218014 A	10-08-1999
		DE 19903594 A1	12-08-1999
		US 6170448 B1	09-01-2001